

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra robototechniky

**Konstrukční návrh robotu dle pravidel soutěže
MiniSumo**

Design of a Mobile Robot in Accordance with the
MiniSumo Competition Rules

Student: Petr Pobucký
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ján Babjak

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Pobucký**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R013 Robotika
Téma: **Konstrukční návrh robota dle pravidel soutěže MiniSumo**
Design of a Mobile Robot in Accordance with the MiniSumo Competition Rules

Zásady pro vypracování:

- 1) Proveďte rešerši pravidel soutěže robotů MiniSumo.
- 2) Vypracujte návrh několika variant konstrukce robota dle výše uvedených pravidel.
- 3) Vyberte vhodnou variantu, kterou dále konstrukčně rozpracujte a specifikujte potřebné komponenty.
- 4) Práci doplňte vhodnou technickou dokumentací.

Seznam doporučené odborné literatury:

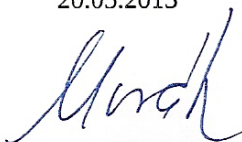
- 1) LEINVEBER, Jan. – VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. Druhé doplněné vydání. Praha: ALBRA – pedagogické nakladatelství, 2005. 907 s. ISBN 80-7361-011-6.
- 2) NOVÁK, Petr. *Mobilní roboty : pohony, senzory, řízení*. První vydání. Praha : BEN, 2005. 248 s. Robotika. ISBN 80-7300-141-1.
- 3) Pravidla soutěže MiniSumo

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ján Babjak**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



prof. Dr. Ing. Petr Novák
vedoucí katedry

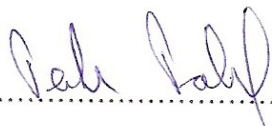


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

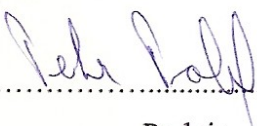
V Ostravě.....19. 5. 2013.....

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 19.5. 2013


.....
Podpis

Jméno a příjmení autora práce: Petr Pobucký

Adresa trvalého pobytu autora práce: Kamenná 7
789 74

ANOTACE BAKALAŘSKÉ PRÁCE

POBUCKÝ, P. *Konstrukční návrh robotu dle pravidel soutěže MiniSumo : bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra robototechniky, 2013, 45 s. Vedoucí práce: Babjak, J.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem robotu Minisumo dle pravidel soutěže. V úvodu jsou stručně popsány pravidla soutěže a technologie, které jsou na robotu používány. Na základě této analýzy jsou navrženy varianty řešení. Pomocí hodnotové analýzy byla vybrána optimální varianta. Tato varianta je dále rozpracovaná a vymodelovaná v programu PRO/Engineer Creo. V závěru práce je shrnutí dosažených výsledků. Součástí práce je výkresová dokumentace, která je uvedena v přílohách a na přiloženém CD je kompletní model optimální varianty.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

POBUCKÝ, P. *Design of a Mobile Robot in Accordance with the MiniSumo Competition Rules : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Robotics, 2013, 45 p. Thesis head: Babjak, J.

Bachelor's thesis deals with the structural design of the robot *Minisumo* according to competition rules. The introduction briefly describes the contest rules and technologies that are used on the robot. Based on this analysis are proposed alternatives. Use value analysis was chosen the best option. This method is further developed and modelled in Pro / Engineer Creo. In the conclusion is a summary of the results achieved. The Bachelor's thesis includes drawings, which is mentioned in the annex and on enclosed CD is a complete model of optimal variant.

Obsah

1	ÚVOD	8
2	Analýza robotů Minisumo	9
2.1	Sumo u lidí	9
2.2	Další robotické soutěže	10
2.3	Pravidla soutěže Minisumo	10
2.3.1	Jak probíhá souboj	10
2.4	Ring	11
	Tabulka s rozměry:	11
2.5	Robot	12
2.6	Elektronika	14
2.6.1	Senzory	15
2.6.2	Pohon	16
2.6.3	Řídící jednotka	16
2.7	Zdroj energie	17
2.8	Podvozek	17
3	Požadavkový list	18
4	Varianty řešení	19
4.1	Varianta A	19
4.2	Varianta B	21
4.3	Varianta C	22
5	Hodnotová analýza	24
5.1	Hodnoty kritérií	24
5.2	Kritéria hodnocení	24
5.3	Přiřazení číselných hodnot k jednotlivým kritériím	24
5.4	Metoda porovnávání párů	25

6	Popis vybrané varianty	28
6.1	Základní součásti.....	28
6.2	Zakrytování	29
6.3	Pohon	30
6.3.1	Mechanická úprava	31
6.4	Senzorika.....	32
6.4.1	Sharp GP2Y0A21YK0F	32
6.4.2	Odrazový infrasenzor.....	33
6.5	Arduino	34
6.6	Shield	35
6.7	Baterie	37
6.8	Odhadovaná cena	38
6.9	Odhadovaná váha	38
7	Strategie boje	39
8	Vzhled Minisuma	41
9	Závěrečné zhodnocení dosažených výsledků	42
10	Seznam použitých zdrojů	43
11	Seznam příloh.....	45

1 ÚVOD

V dnešní době vyspělé elektroniky a techniky jsou stále častěji, jak v domácnosti, tak i v průmyslu používání roboti. Dokonce už jsou i soutěže, kde roboti proti sobě bojují jako lidé. Příkladem těchto soutěží jsou Robot wars, kde jsou roboti vybavení různými destruktivními prostředky, kterými ničí soupeře, ale také soutěže, ve kterých soutěží Nano roboti, kteří nejsou větší než 2,5 centimetrů. Těchto soutěží je spousta druhů. Většinou je to určeno tím, v jaké zemi se to odehrává, protože Japonsko, které je velmocí ve výrobě robotů, bude mít na tyto soutěže mnohem lepší technologie, než my tady v České republice. Ale i přesto jsou i zde tyto soutěže.

Jednou z těchto soutěží je kategorie Minisumo a to je tématem této bakalářské práce. Za úkol bylo analyzovat současný stav této problematiky, následně vytvořit požadavkový list, který vyplývá z pravidel a navrhnout varianty řešení. Po návrhu řešení vybrat jednu variantu a důkladně ji rozpracovat.

2 Analýza robotů Minisumo

2.1 Sumo u lidí

Robotická soutěž minisumo vychází z lidské soutěže sumo, jehož soutěže se konají v dohyo aréně, která je vyvýšená o 50-70 centimetrů a její průměr je 4,5 metrů, je velmi podobná aréně pro zápasy robotů. Hlavním cílem zápasníka sumotori, tak se označují, je vytlačit soupeře z arény. Je spousta metod, které zápasníci používají. Mezi hlavní patří tahání, vytlačování, položení soupeře na lopatky a podražení. Zápas stejně jak u robotu trvá krátkou chvílí, přibližně kolem jedné minuty, ale samotná příprava na zápas může zabrat až půl hodiny, kvůli starobylým rituálům, které se dodržují do nejmenšího detailu.



Obr. 2.1

2.2 Další robotické soutěže

U nás jsou především soutěže menších robotů, jako například MICRO, MINI a LEGO, kvůli dostupnosti materiálů a ceně robotů. Pravidla mají všechny tyto kategorie podobné jako Minisumo. Liší se pouze rozměry ringu a robotu. [1]

Kategorie	Max. hmotnost	Šířka	Délka	Výška
Nano	neomezená	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm
Micro	100 g	5 cm	5 cm	5 cm
Mini	500 g	10 cm	10 cm	neomezená
Lego	1 kg	20 cm	20 cm	neomezená

Tabulka 2.1 – Rozměry robotů

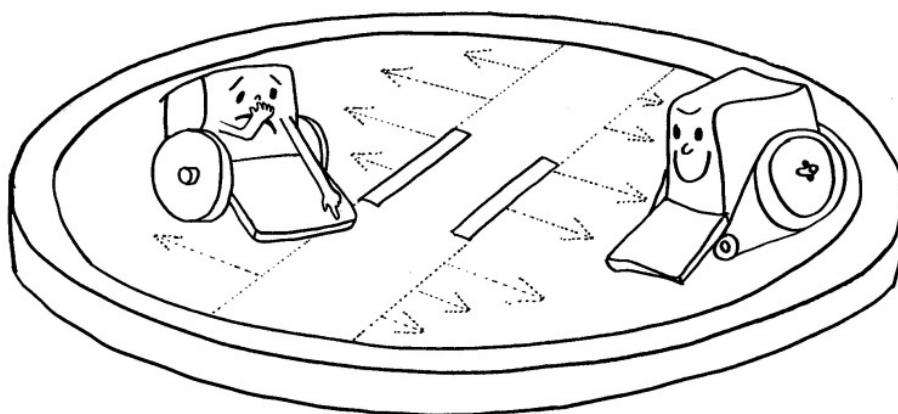
Kategorie	Průměr ringu	Výška ringu
Nano	19,25 cm	0,625 cm
Micro	38,5 cm	1,25 cm
Mini	77 cm	2,5 cm
Lego	77 cm	2,5 cm

Tabulka 2.2 – Rozměry ringů

2.3 Pravidla soutěže Minisumo

2.3.1 Jak probíhá souboj

Souboj probíhá v kruhové aréně, kde proti sobě soupeří dva roboti Minisumo. Před začátkem zápasu se oba roboti podrobí kontrole kvůli hmotnosti a rozměrům a pak se položí na plochu za startovní čárou. To znamená, že nesmí žádnou svou částí přesahovat pomyslně prodlouženou startovací čáru (viz. obr. 2.1). Po startu, se snaží vytlačit jeden druhého z ringu. Souboj končí, jakmile se jeden z robotů dotkne jakoukoliv částí mimo plochu ringu a to platí i v případě, když z něj odpadne nějaká součástka, která spadne mimo arénu, nebo je soupeřem vytlačena. [1]



Obr. 2.2

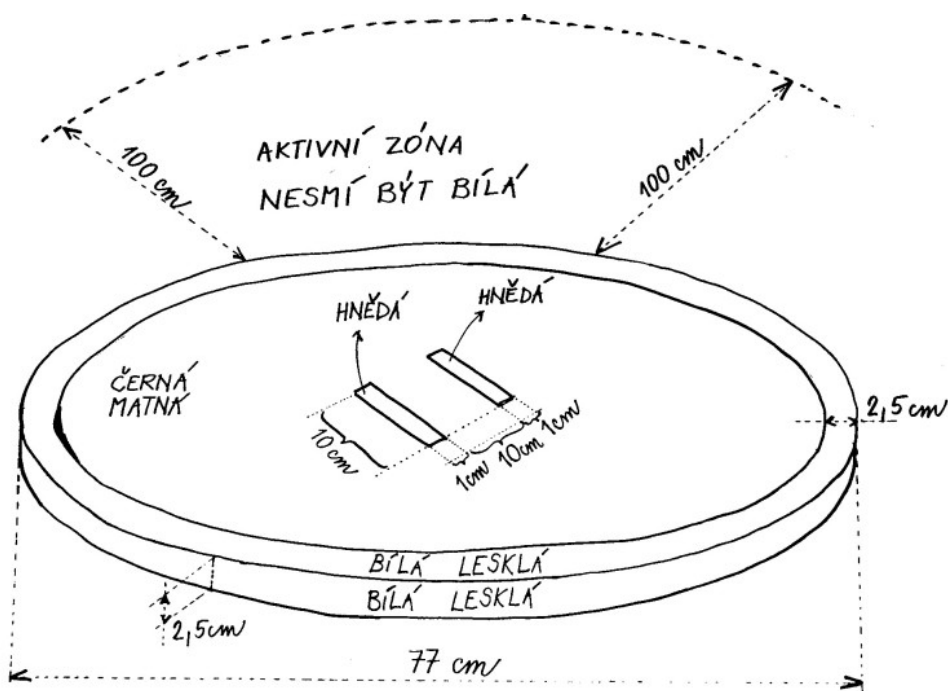
2.4 Ring

Stejně jako roboti, má i ring své charakteristické rozměry (viz obr. 2. 10), které jsou dány pravidly. Základní povrch je matně černý, okraje ringu jsou bílé. Startovní čáry jsou hnědé. Povrch ringu je jednolitý (celistvý) a neobsahuje žádné předěly nebo vyvýšeniny, které mohou ovlivnit pohyby robota. Jako materiál pro výrobu arény se nejčastěji používá dřevotříska s broušeným a barvou nastříkaným povrchem. Na povrch se také někdy používají různé fólie, linoleum nebo lamino. Kolem ringu je aktivní zóna, která nesmí být bílá a v této zóně se nesmí nikdo při zápasu pohybovat, z důvodu možnosti zmatení senzoru robota. [1]

Tabulka s rozměry:

Průměr	Výška	Šířka bílého okraje	Šířka startovní čáry
77 cm	2,5 cm	2,5 cm	1 cm
Délka startovní čáry	Vzdálenost startovní čáry od středu ringu		Průměr aktivní zóny
10 cm	5 cm		277 cm

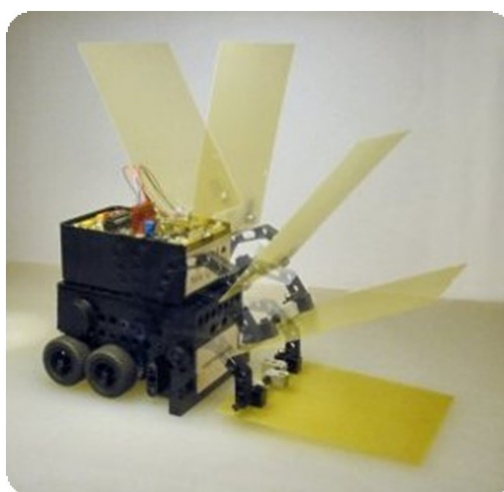
Tabulka 2.3



Rozměry ringu obr. 2.3

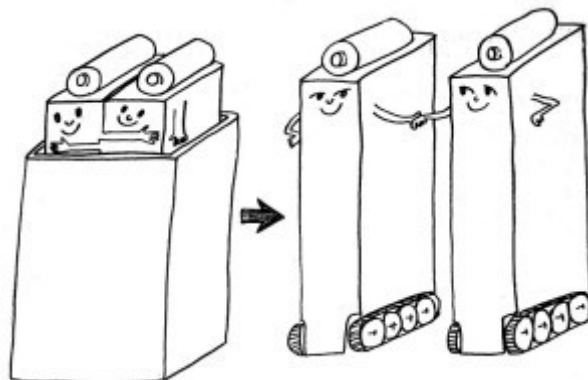
2.5 Robot

Robot musí být zcela autonomní, to znamená, že nesmí být na dálkové ovládání. Všechny součástky, senzory musí být přidělané přímo na robotu. Pro kategorii MINI jsou dány hmotnost do 500 gramů a rozměry 10 x 10 centimetrů před startem, což znamená, že po odstartování se robot může zvětšit (viz. obr. 2.2). Využívají se k tomu různé radlice, které po startu spadnou a tím zaberou větší plochu v aréně. Výška robota je libovolná. [1]



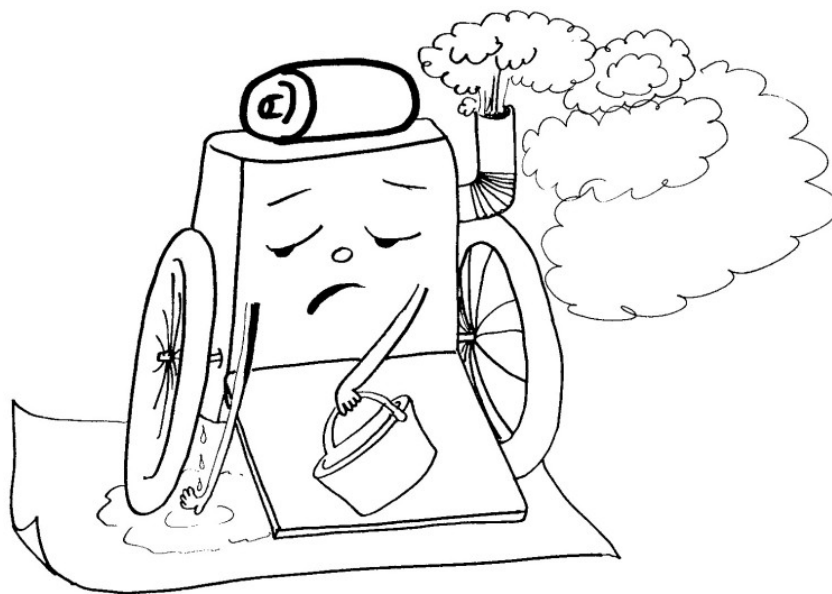
Obr. 2.4 – Sklopení radlice

Robot se může po startu rozdělit na několik částí, ale pak soupeři stačí, aby vytlačil jen jednu část robota k vítězství. [1]



Obr. 2.5 – Rozdělení robota

Dále se na robotech nesmí používat destruktivní prostředky, které by úmyslně poškozovaly soupeře nebo ring, jako v soutěži Robot Wars, kde se často používají na zničení soupeře různé pily, kladiva, plamenomety a jiné. Robot také nesmí vypouštět různé oleje, kyseliny, kouř, nesmí jakýmkoliv způsobem znečistit ring nebo soupeřova robota (viz. obrázek 2.3). [1]

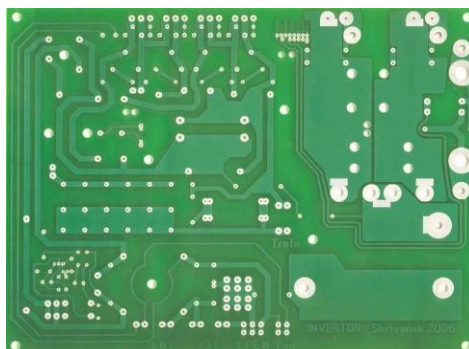


Obr. 2.6

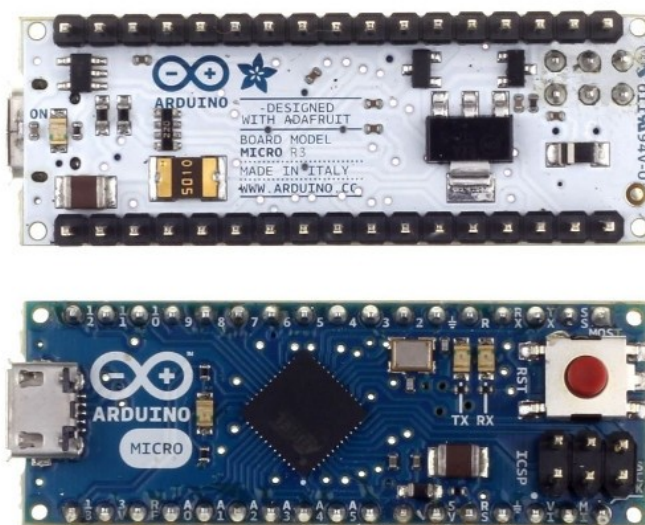
Dalo by se říct, že robot se skládá ze čtyř základních částí a to podvozek, pohon, senzory a mozek robota.

2.6 Elektronika

Nejlepší způsob je si udělat plošný spoj (viz. obrázek 2.4), na který se připájí všechny další součástky, ale to vyžaduje dobré elektrikářské schopnosti. Také se dá koupit již hotový plošný spoj i se zapojenými senzory. V dnešní době se často využívají desky Arduino, které mají dobré rozměry, jsou za rozumnou cenu a je spousta druhů. Do robotů Minisumo se nejčastěji využívají typy Mini, Nano, Micro.

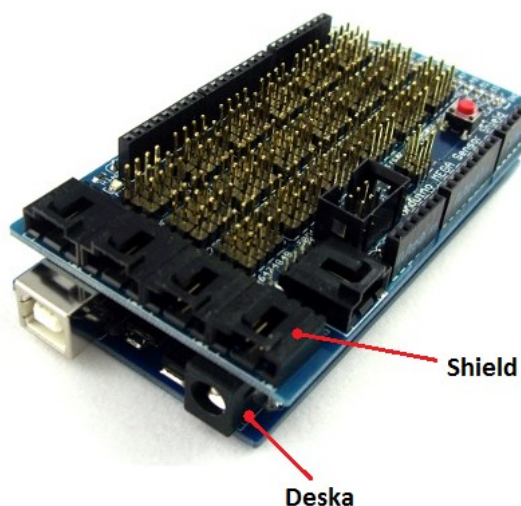


Obr. 2.7 – Plošný spoj



Obr. 2.8 – Arduino micro

Pro snadnější a rozsáhlejší připojení senzoriky a motorků se vyrábějí shiedly, které jdou napojit přímo na desku.



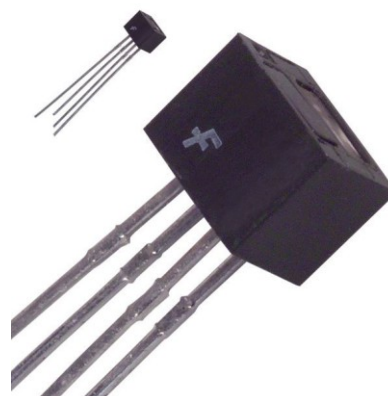
Obr. 2.9 – Arduino shield a deska

2.6.1 Senzory

Senzory jsou důležitou součástí robota. Pomocí nich se orientuje v aréně a hledá soupeře. Pro určení polohy soupeře se nejčastěji používají dva druhy senzorů a to ultrazvukové (viz. obr. 2.5) a infračervené (viz. obr. 2.7 a 2.8). Ultrazvukové fungují na principu vysílání a přijímání zvukových vln, kde na vysílání a příjem je zapotřebí jeden senzor a infračervené pracují tak, že na robotovi je vysílač, který vysílá infračervené světlo a to se od protivníka odrazí do snímače. Dále se používají odrazové infraseznory (viz. obr. 2.6), které snímají barvu arény. Jsou tam proto, aby robot nevyjel z arény ven.



Obr. 2.10 – UZ senzor



Obr. 2.11 – Odrázový infrasezor



Obr. 2.12 – IR vysílač



Obr. 2.13 – IR přijímač

2.6.2 Pohon

Pohyb robota se zajišťuje různými způsoby. Nejčastěji se k tomu používají servomotory, které se však musí upravit, protože se většinou otáčí jen v rozsahu 180°, nebo motorek s převodovkou a výjimečně krokové motory.



Obr. 2.14 – Modelářské servo

2.6.3 Řídící jednotka

Mozkem robota jsou často mikroprocesory. Je mnoho výrobců mikroprocesorů, ale nejčastěji se používají značka PICAXE (viz. obr. 2.9) , která se programuje v Basicu nebo pomocí vývojových diagramů, a Arduino, která se dodává již jako celá základní deska i s připojovacími piny.



Obr 2.15 – Procesor

2.7 Zdroj energie

Jako zdroj energie se nejčastěji používají obyčejné tužkové baterie, micro baterie nebo 9 V baterie, ty však mají menší kapacitu. Jejich kapacita se pohybuje kolem 250 mAh, což je oproti tužkovým málo. Ty mají kolem 2000 mAh.

2.8 Podvozek

Podvozek se může vyrobit z jakéhokoliv materiálu, ale musí se brát ohled na to, že celá konstrukce nesmí vážit více jak 500 gramů a měřit víc jak 10 x 10 centimetrů. Na podvozku je všechno přiděláno, takže musí mít taky určitou tuhost a pevnost. Podvozek může tvořit i elektronická deska, kvůli zmenšení váhy nebo rozměrů. Robot se pohybuje většinou po kolech, ale jsou i varianty, které používají pásy.

3 Požadavkový list

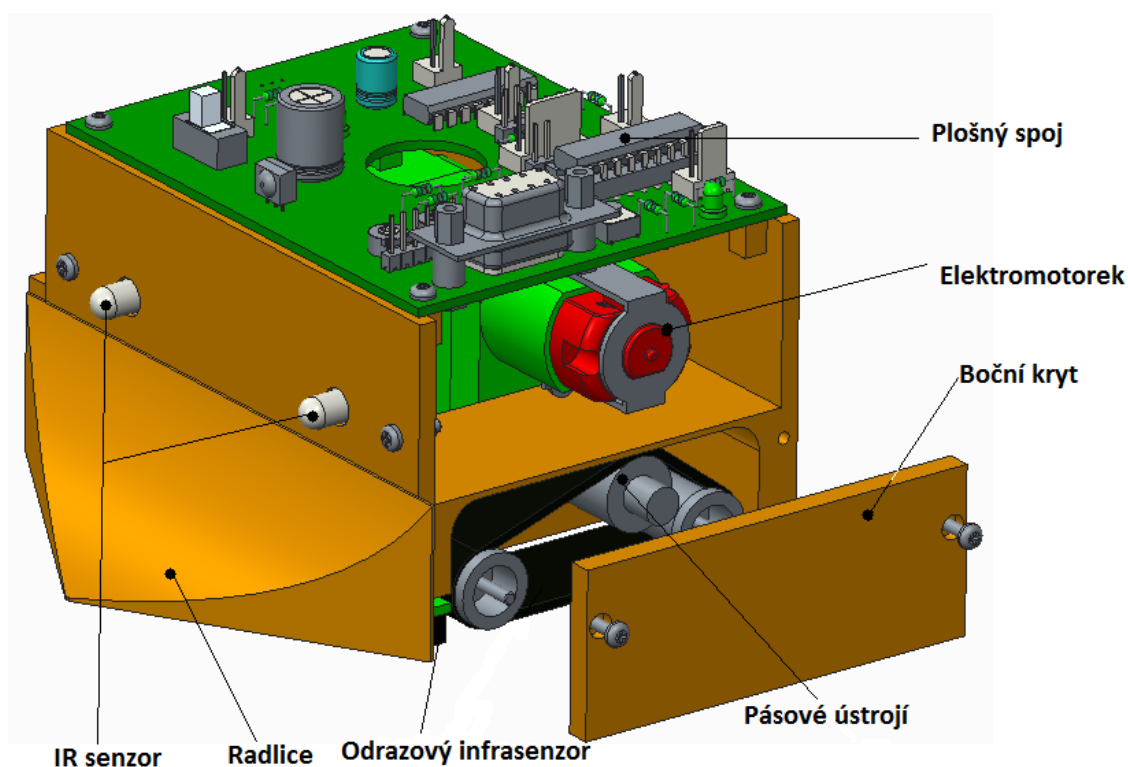
Obecné požadavky:

Oblast použití:	Zápasy robotu Minisumo
Maximální hmotnost:	500 gramů
Maximální rozměry (D x Š x V):	100 x 100 x [-] mm
Zdroje napájení:	Čláňkové baterie
Minimální doba provozu:	3 minuty
Způsob ovládání:	Pomocí senzorů
Materiál konstrukce:	Plast, lehký kov

4 Varianty řešení

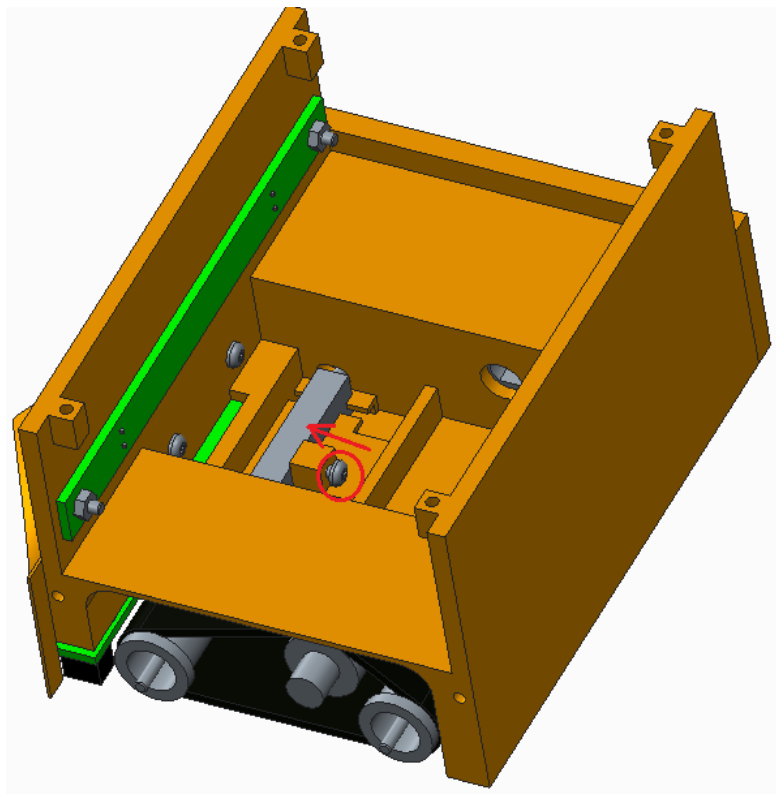
4.1 Varianta A

Tato varianta má jeden základní dílec, na který je přiděláno ostatní příslušenství. Tento dílec je vyroben částečně 3D tiskem a částečně poslepovaný. Na této součásti je uložený i plošný spoj, na který jsou připojeny elektromotorky s plastovou převodovkou a senzory. Z převodovky je vyvedena hřídelka, na kterou jsou připojena hnací kola, která pohání pás po kterém se Minisumo pohybuje. Tento pás je napnut pomocí dalších dvou hnaných kol, z nichž jedno jde posouvat. Celé toto pásové ústrojí je zakrytováno, aby soupeř nemohl nějakým způsobem sundat pás a tím znemožnit pohyb robota.



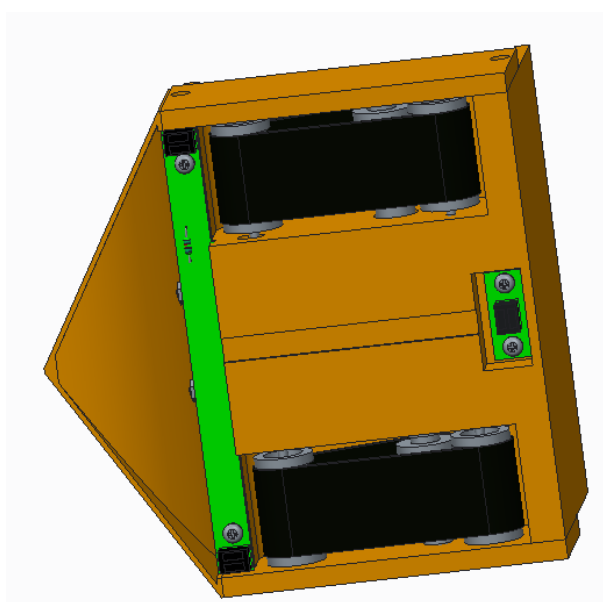
Obr. 4.1 – Celkový pohled

V přední části je radlice, která je tvořena do špičky, aby lépe zajela pod soupeřova robota a tím ho přizvedla a zmenšila jeho třecí plochu.



Obr. 4.2 – Napínání pásu

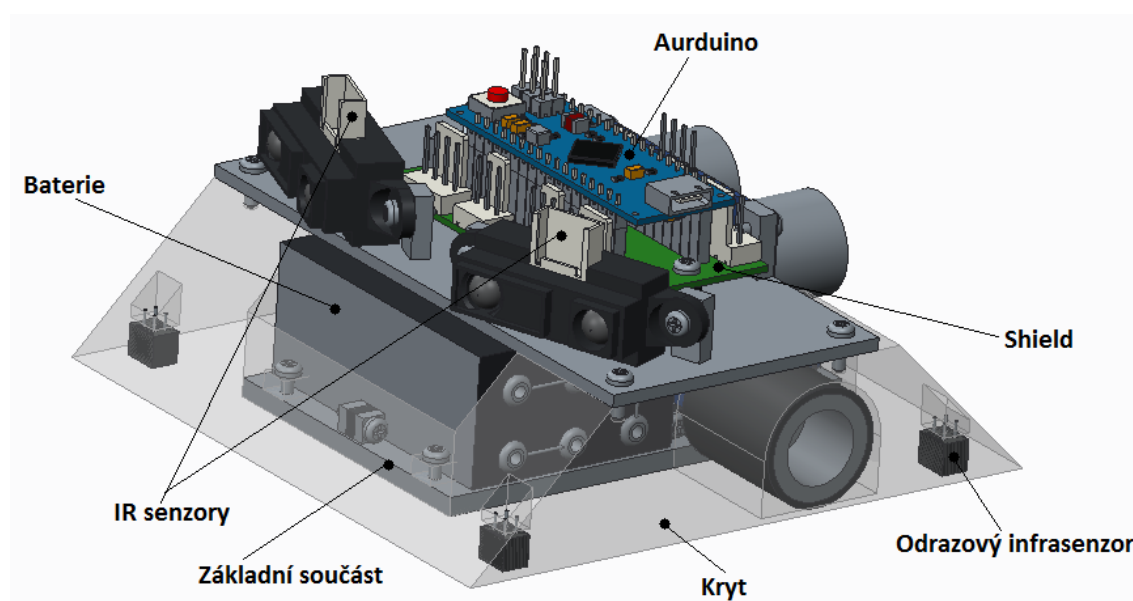
Napínání pásu je provedeno způsobem uvedeným na obrázku. Hřídelka předních kol je společná a vedená součástí, která je vedená v drážkách a její posun je zajištěn šroubem. Když se šroub utahuje, tak se pás napíná a naopak. Mozek robota tvoří základní deska, která se prodává jako celek se senzorikou. Jako senzorika jsou tam použity infračervené senzory pro snímání protivníkovy polohy a odrazové infrsenzory pro snímání oraje arény.



Obr. 4.3 – Pohled zdola

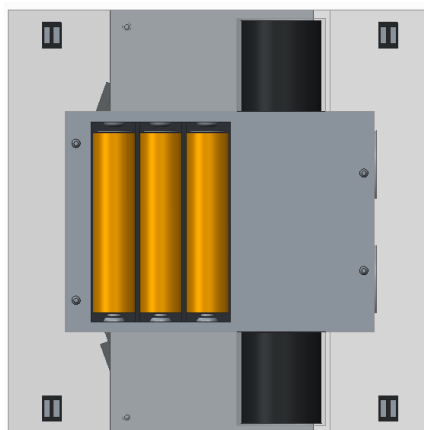
4.2 Varianta B

U této varianty jsou jako pohon použity upravené servomotory, na které jsou přímo napojena kola. Jako mozek robota je zde použita deska Arduino. Pro přehlednější a snadnější zapojení ostatní elektroniky je zde shield, který se přímo zapojí k arduinu. Pro orientaci v aréně a snímání soupeřovy polohy jsou zde použity infračervené senzory zepředu, ultrazvukový vzadu a odrazové infrsenzory zespodu. Odrazové jsou tentokrát zavedeny přímo do krytu a napojeny pomocí drátů.



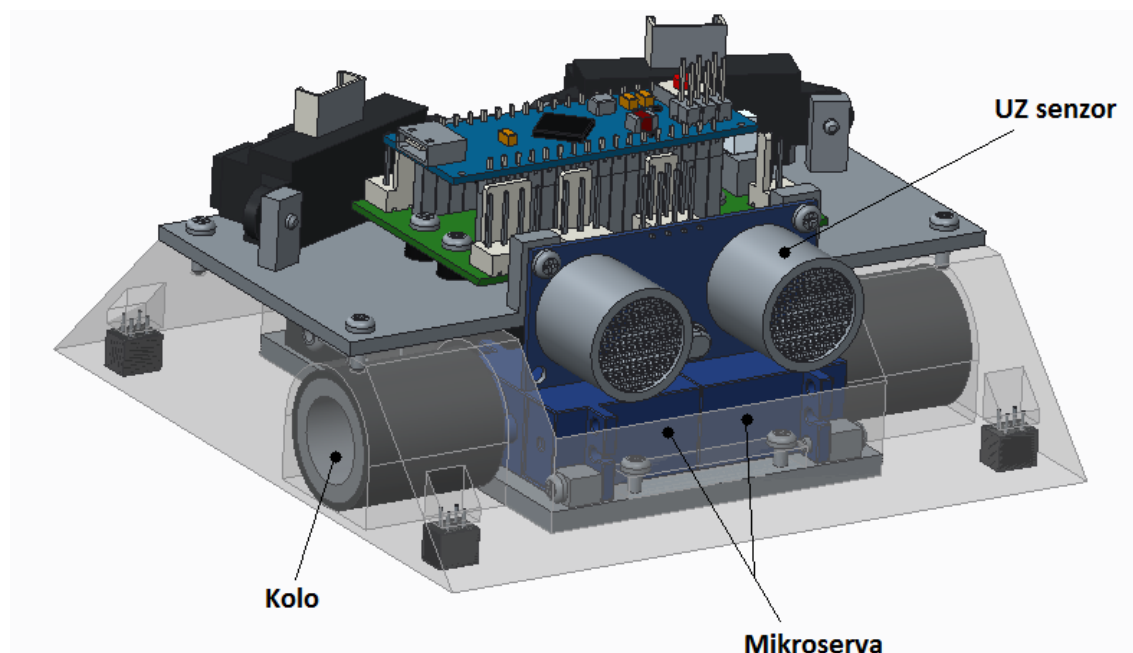
Obr. 4.4 – Celkový pohled

Veškeré toto příslušenství je přiděláno opět na základní součást. Výhodou této varianty je snadná výměna baterii, které jdou jednoduše vydělat zespodu robota.



Obr. 4.5 – Pohled zespodu

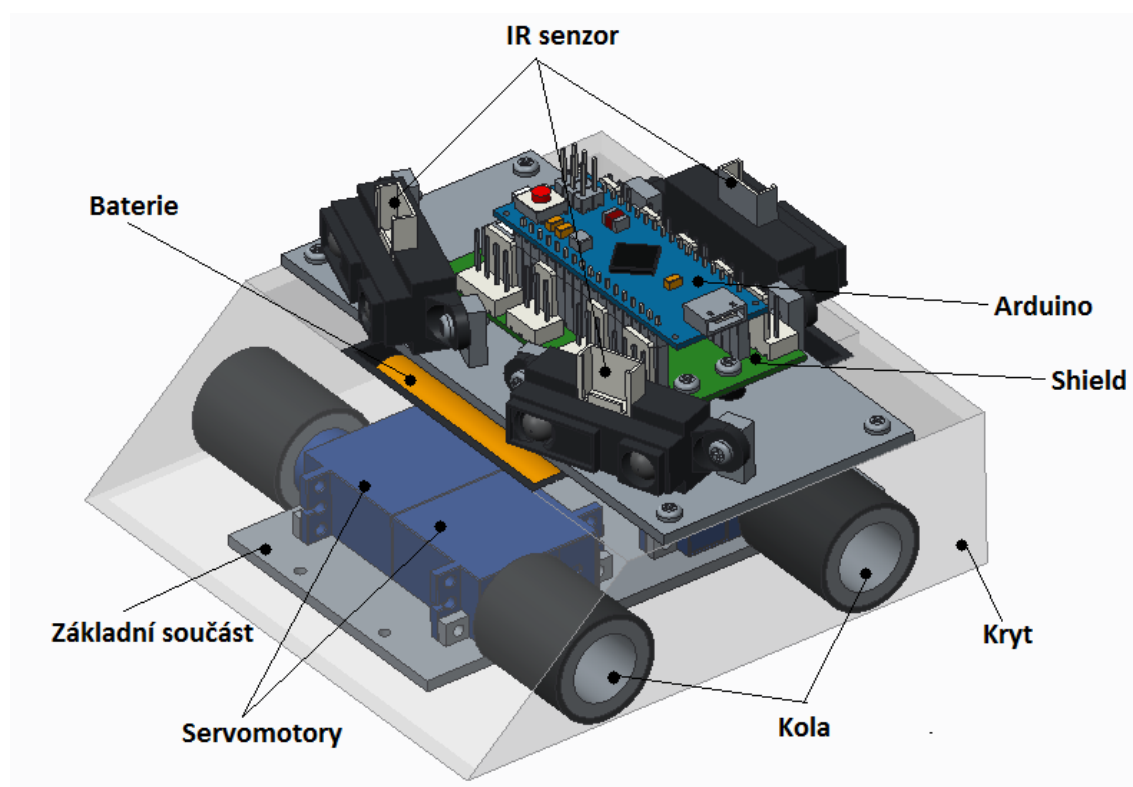
Baterie a servomotory s koly jsou schované pod krytem. Kryt je z obou stran zkosen z důvodu přizvednutí soupeře a následného vytlačení z arény.



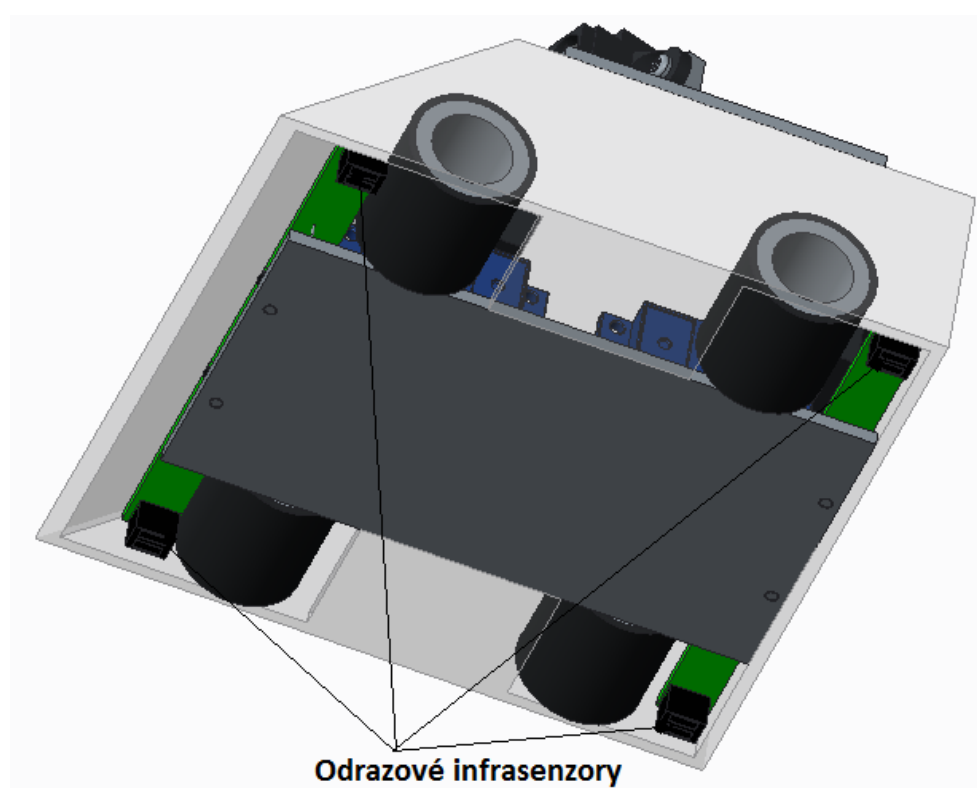
Obr. 4.6 – Pohled zezadu

4.3 Varianta C

Použití elektroniky je podobné jako u varianty B. Místo zadního ultrazvukového senzoru je zde použit infračervený senzor. Opět je tu deska Arduino a shield pro snadné připojení. Rozdíl mezi touto a předchozími variantami je, že jsou zde 4 kola a každé je samostatně poháněno servomotorem. Nevýhodou této varianty je složitější výměna baterií. Musí se odšroubovat deska, na které je elektronika a pak až jdou baterie vyměnit. Opět jsou baterie a servomotory schované pod krytem. Tentokrát je ovšem zkosen jen z jedné strany, ale je tam ostřejší úhel zkosení než ve variantě B, což má výhodu při útoku.



Obr. 4.7 – Celkový pohled



Obr. 4.8 – Pohled zespodu

5 Hodnotová analýza

5.1 Hodnoty kritérií

Úroveň	Hodnota
Vysoká	10
Dobrá	8
Průměrná	6
Nízká	4
Nevyhovující	2
Nepříznivý stav	0

Tabulka 5.1

5.2 Kritéria hodnocení

Označení	Kritérium	Charakteristika kritéria
K1	Obrana	Zakrytování
K2	Rychlost pohybu	Pohyblivost
K3	Počet snímacích prvků	Celkový počet
K4	Cena elektroniky	Co nejmenší pořizovací náklady
K5	Složitost konstrukce	Jednoduší provedení

Tabulka 5.2

5.3 Přiřazení číselných hodnot k jednotlivým kritériím

	Krit. 1	Krit. 2	Krit. 3	Krit. 4	Krit. 5
Varianta A	8	4	4	8	4
Varianta B	6	6	10	6	6
Varianta C	8	10	10	4	6

Tabulka 5.3

5.4 Metoda porovnávání párů

Pro určení významnosti kritérií je použita metoda porovnávání v trojúhelníku párů. Významnější kritérium je zvýrazněno tučně.

Porovnávané páry kritérií				Počet voleb (v)	Pořadí
K1	K1	K1	K1	1,5	4
K2	K3	K4	K5	-	
	K2	K2	K2	3	2
	K3	K4	K5	-	
		K3	K3	3,5	1
		K4	K5	-	
			K4	0	5
K5	2		3		
Vypracoval:			Petr Pobucký		

Tabulka 5.4

Porovnávané páry kritérií				Počet voleb (v)	Pořadí
K1	K1	K1	K1	3	1-2
K2	K3	K4	K5	-	
	K2	K2	K2	2	3
	K3	K4	K5	-	
		K3	K3	3	1-2
		K4	K5	-	
			K4	1	4-5
			K5	1	4-5
Vypracoval:			David Pobucký		

Tabulka 5.5

Porovnáváné páry kritérií				Počet voleb (v)	Pořadí
K1	K1	K1	K1	2	3
K2	K3	K4	K5	-	
	K2	K2	K2	2,5	2
	K3	K4	K5	-	
		K3	K3	3	1
		K4	K5	-	
			K4	1	5
			K5	1,5	4
Vypracoval:			Ondra Makrlík		

Tabulka 5.6

Kritérium	Váha významnosti q
K1	2,16
K2	2,5
K3	3,16
K4	0,66
K5	1,5

Tabulka 5.7

Váha významnosti q byla určena podle vzorce:

$$q = \frac{\sum K_i}{p} = \frac{6,5}{3} = 1,75 [-] \quad (1)$$

Varianta A			
Kritérium	Hodnota	Váha významnosti q	Vážený index kritéria
K1	8	2,16	17,28
K2	4	2,5	10
K3	4	3,16	12,64
K4	8	0,66	5,28
K5	4	1,5	6
Celkový součet indexů:			51,2

Tabulka 5.8

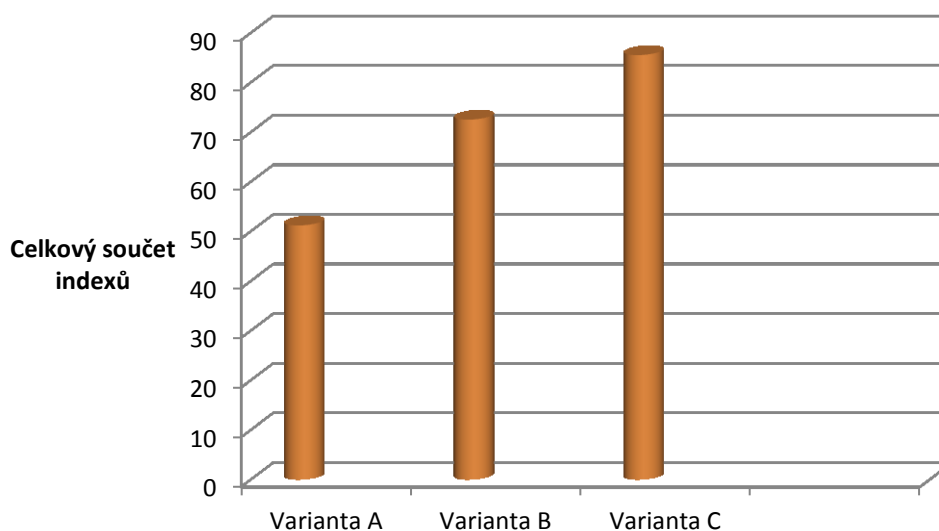
Varianta B			
Kritérium	Hodnota	Váha významnosti q	Vážený index kritéria
K1	6	2,16	12,96
K2	6	2,5	15
K3	10	3,16	31,6
K4	6	0,66	3,96
K5	6	1,5	9
Celkový součet indexů:			72,52

Tabulka 5.9

Varianta C			
Kritérium	Hodnota	Váha významnosti q	Vážený index kritéria
K1	8	2,16	17,28
K2	10	2,5	25
K3	10	3,16	31,6
K4	4	0,66	2,64
K5	6	1,5	9
Celkový součet indexů:			85,52

Tabulka 5.10

Výběr varianty



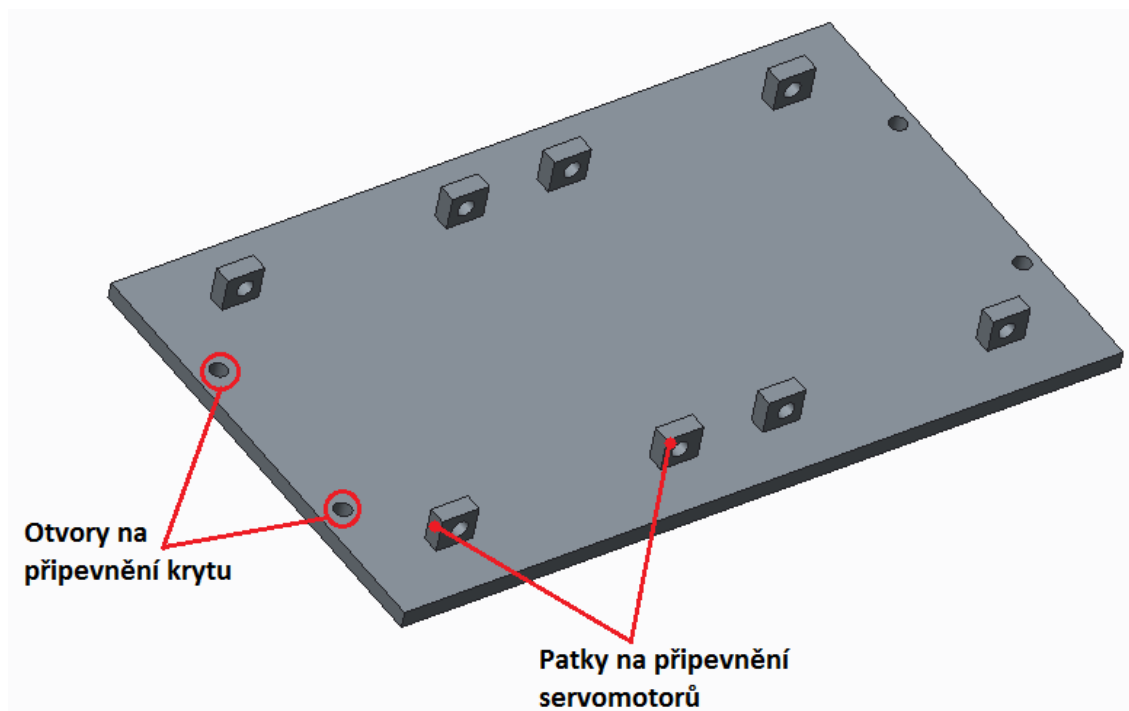
Pomocí hodnotové analýzy bylo zjištěno, že vyhrála varianta C, což je znázorněno i v grafu.

6 Popis vybrané varianty

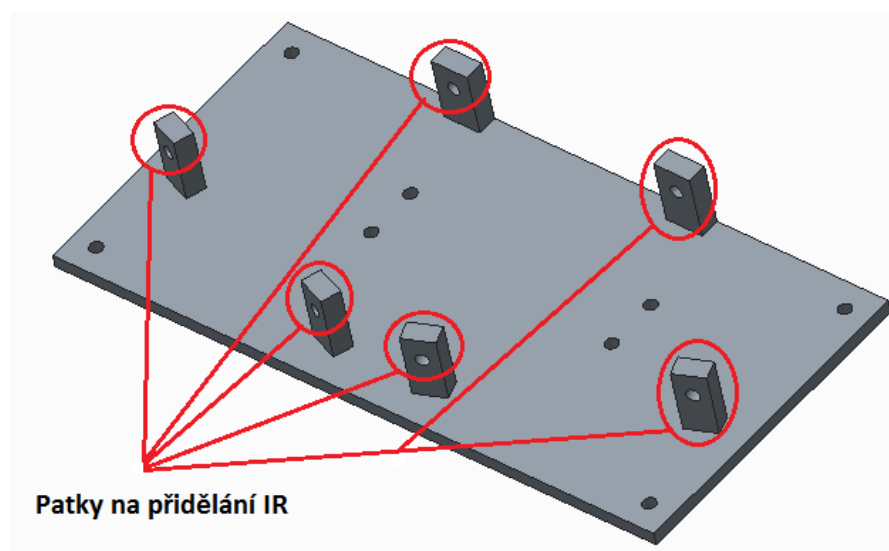
Vítězná varianta je poháněna čtyřmi modelářskými servomotory, což je výhoda při souboji. Pokud bude robot přizvednut tak stačí, aby jen jedno kolo bylo ve styku s arénou a měl možnost uniknout. Téměř celá konstrukce je z plastových hmot s výjimkou šroubů a kol. Ty jsou z kovových materiálů. Snímání polohy soupeře a orientace v aréně je zajištěna třemi infračervenými senzory. K tomu, aby minisumo nevyjelo z ringu, slouží odrazové infrasenzory, které jsou umístěny zespodu robotu. Pohyb robota je řízen deskou značky Arduino.

6.1 Základní součásti

Všechny součástky, snímače a jiné části je potřeba někam přidělat. K tomu slouží základní součást, která je základem všeho a tvoří podvozek Minisuma. Je vyrobená z plastu. Jsou tam čtyři otvory se závitem M2 pro připevnění krytu a odrazových infrasenzorů. Jsou tam závity, aby se nemuseli používat matice. Stejně je to u patek, tam je taky zavít. Patky slouží pro připevnění čtyř servomotorů a jsou k desce přilepené.



Obr. 6.1 – Základní součást

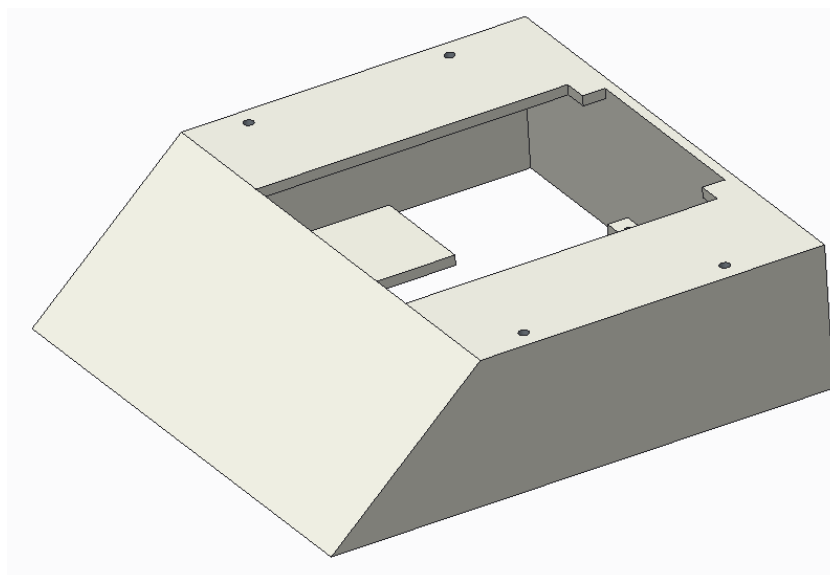


Obr. 6.2 – Základní součást 2

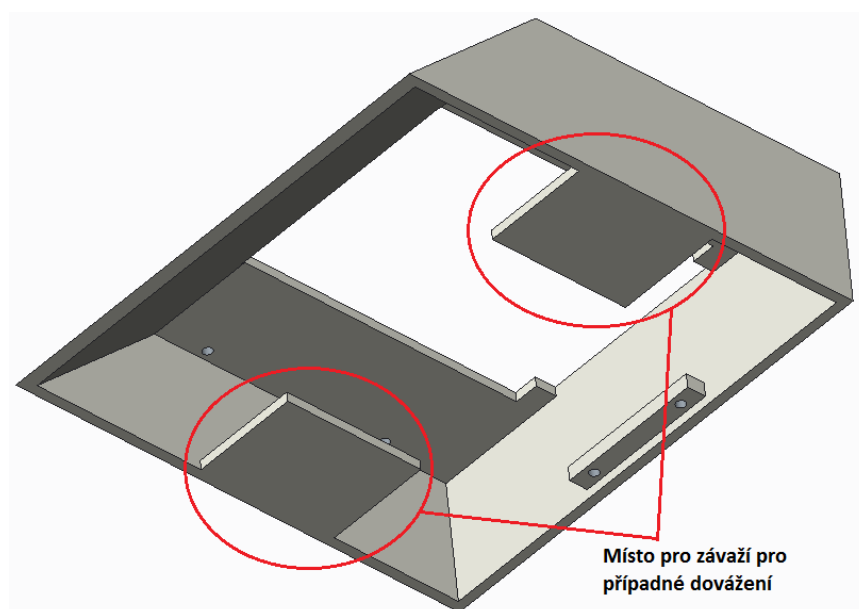
Základní součást 2 slouží pro připevnění senzoriky, shieldu a desky Arduino. Celá tato součást je přišroubovaná ke krytu. V každé díře je udělán zavít velikosti M2. Opět jsou zde patky, které jsou přilepené. Patky, jak u základní části, tak základní části 2, nemusí být nějakým způsobem dimenzovány, protože na ně nepůsobí žádné velké síly, které by to mohly zlomit.

6.2 Zakrytování

Aby nedošlo k poškození součástek, jako servomotorů, odrazových infrasenzorů a vypadnutí baterii, slouží kryt. Je vyroben z plastu a to buď poslepovaný nebo 3D tiskem. Jeho přední strana je zkosená pod úhlem 42° , což je výhoda v souboji při útočení. Jelikož je úhel zkosení vcelku ostrý tak lépe robot vnikne pod soupeře a tím ho přizvedne, tudíž mu zmenší stykovou plochu s arénou a má větší šanci protivníka vytlačit. Dále jsou ze spodu na krytu udělaná místa pro závaží a to z důvodu, že tento robot neváží 500 g, a proto je možné ho olověnými závažími dorovnat tak, aby se blížil co nejvíce k této váhové hranici. Je lepší, když má co největší váhu z důvodu obtížnějšího vytlačení soupeřem.



Obr. 6.3 – Kryt



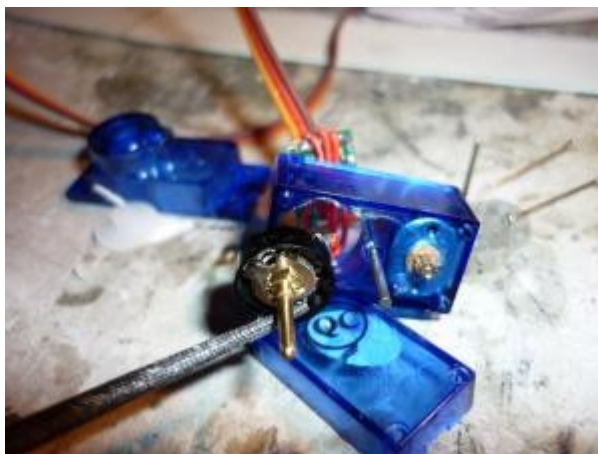
Obr. 6.4 – Kryt zespodu

6.3 Pohon

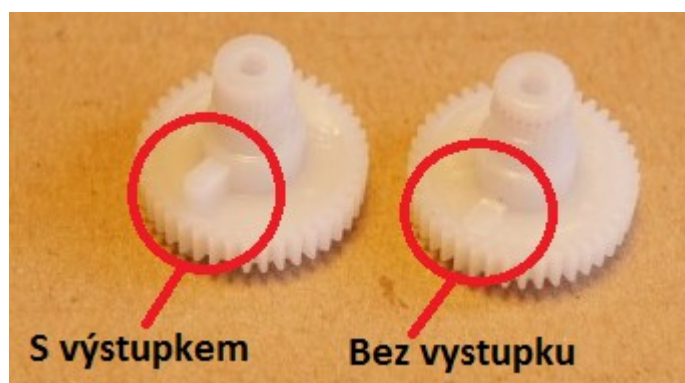
Pohyb zajišťují modelářské servomotorky HXT 900. Jsou velice malé tudíž i kompaktní. Nevýhodou těchto motorků je, že je nutná úprava, aby se otáčely dokola. Jsou dva způsoby jak to upravit a to elektronickou úpravou nebo mechanickou úpravou. Mechanická úprava je jednodušší a zabere pár minut.

6.3.1 Mechanická úprava

Nejprve se musí odšroubovat čtyři šrouby ze spodní strany serva. Poté odpadne spodní krytka, kde je elektronika. S tou se ale nic dělat nebude. Po vytáhnutí šroubů jde oddělat i vrchní krytka. Po oddělení vrchní části jdou vidět ozubená kola, která jsou dobře namazaná. Při manipulaci s nimi je zapotřebí dávat pozor, aby tam mazací gel zůstal. Je potřeba sundat největší ozubené kolo, které otáčí potenciometrem (je poslední) a odstranit dorazy, aby nezabraňovaly plynulému otáčení převodů. Potenciometr už nebude využit pro snímání polohy, takže se může odpájet. Dále se musí odstranit plastové dorazy ve vnitřku potenciometru a také je vhodné odstranit bronzové sběrače, aby se mohl potenciometr volně otáčet. Potom se vrátí zpět na původní místo a servo se složí dohromady.



Obr. 6.5 – Úprava potenciometru



Obr. 6.6 – Odstranění výstupku

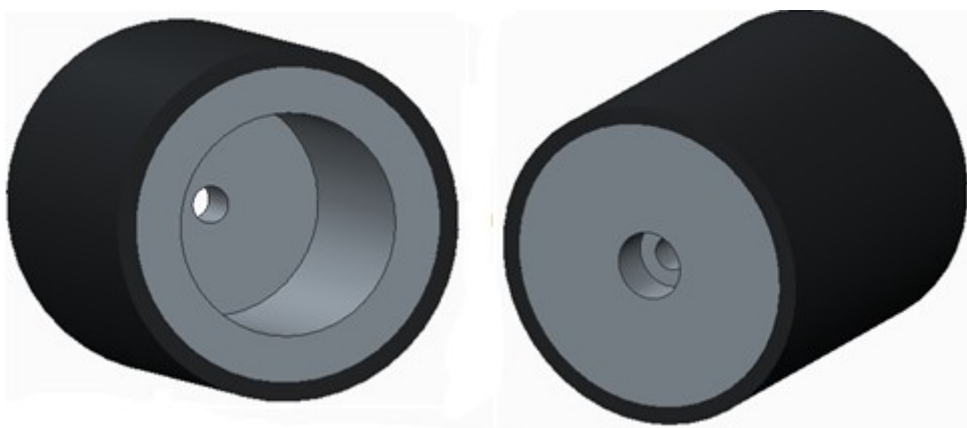
Parametry	
Velikost	21x 12x 22 mm
Napájecí napětí	3 ~ 6 V
Hmotnost	9 g
Rychlost	0,12 sec /60 (4,8 V)
Síla	1,6 kg·cm
Pracovní teplota	30°C ~ 60°C



Obr. 6.7 – Servo HST900

Tabulka 6.1- Parametry serva

Kolo je nasazeno na ozubené kolečko modelářského serva a poté i přišroubováno. Kolo je vyrobeno z hliníku pro dosažení co nejnižšího těžiště robota. Dále je pogumováno z důvodu většího tření mezi kolem a arénou.



Obr. 6.8 – Kolo

6.4 Senzorika

6.4.1 Sharp GP2Y0A21YK0F

Odrazový infrasenzor na měření vzdálenosti. Na sumu jsou tři, z toho dva vepředu a jeden vzadu. Slouží pro zjištění polohy soupeře.

Parametry	
Velikost	29,5x 13x 13,5 mm
Napájecí napětí	4,5 - 5,5 V
Hmotnost	3,5 g
Vzdálenost měření	10 - 80 cm
Odezva	38 ± 10ms
Výstupní signál	Analogový

Tabulka 6.2 – Parametry IR



Obr. 6.9 – IR senzor

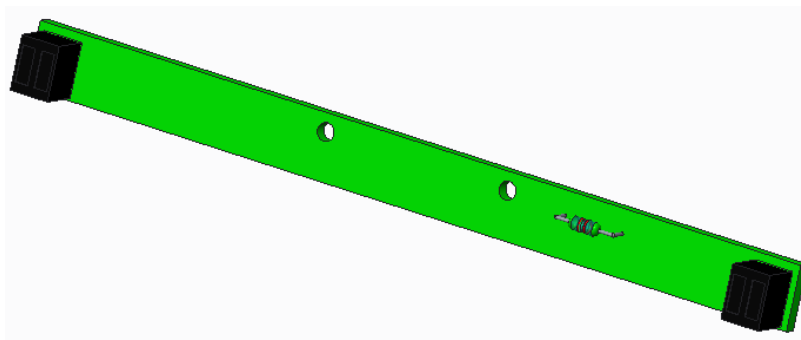
Připojuje se pomocí 3 pinového kabelu JST PH- Style je asi 30 cm dlouhý, ale to je zbytečně moc tak je zkrácen na požadovanou délku.



Obr. 6.10 – Přípojka

6.4.2 Odrazový infrasenzor

Jsou přidělané po 2 na desce a umístěny co nejblíže do rohů robotu. Snímají okrajovou čáru kolem ringu, aby robot nevyjel z arény sám.



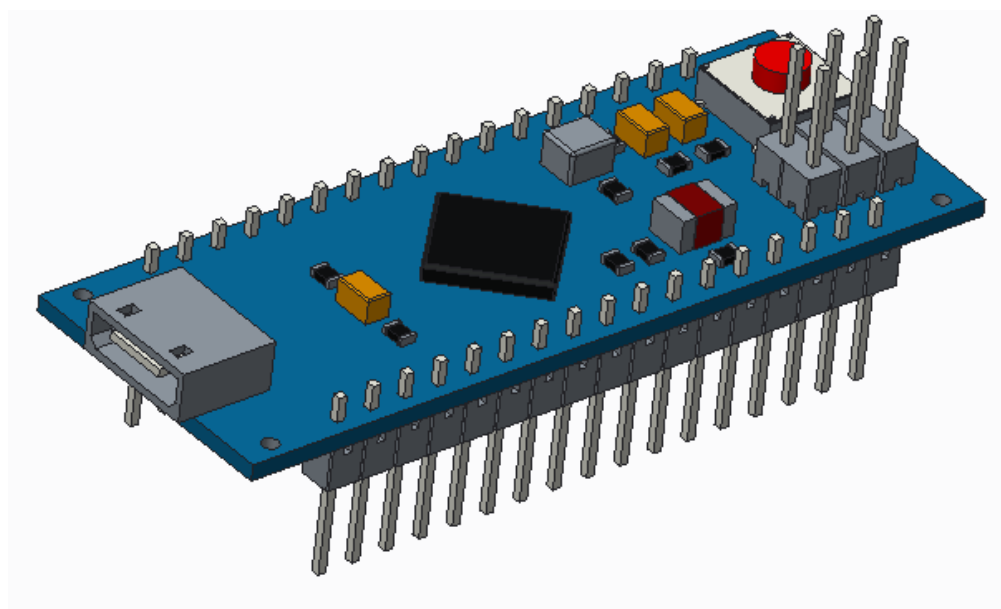
Obr. 6.11 – Odrazové infrasenzory

Parametry	
Velikost	4,4 x 6,1 x 4,7 mm
Napájecí napětí	1,7 V
Pracovní teplota	-40°C - 85°C
Vzdálenost měření	<6mm, optimální je 0,25- 1,5 mm

Tabulka 6.3 – Parametry Odrazového IR

6.5 Arduino

Tvoří mozek robota. Díky jejím rozměrům je velice skladná což se hodí pro Minisumo. Pomocí ní se ovládají všechny senzory a motorky. Je tam použit typ Arduino micro. Je zde řadič ATmega32u4. Tento čip komunikuje s počítačem přes micro USB, proto lze řadič používat jako HID zařízení (myš, klávesnice). [2]



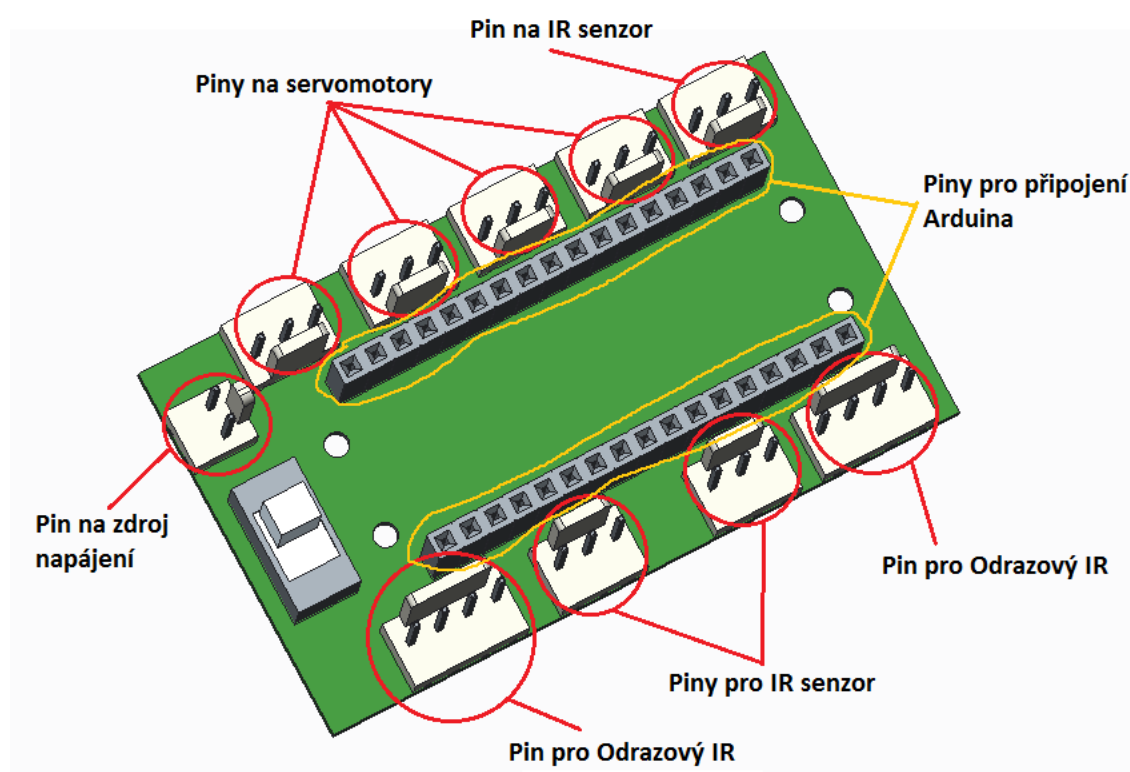
Obr. 6.12 – Arduino micro

Parametry Arduina	
Velikost	48 x 18 mm
Napájecí napětí	7 - 12 V
Počet analogových pinů	12
Počet PWM pinů	7
Typ procesoru	Atmega32U4
Rychlost procesoru	16 MHz
Flash paměť	32 Kb

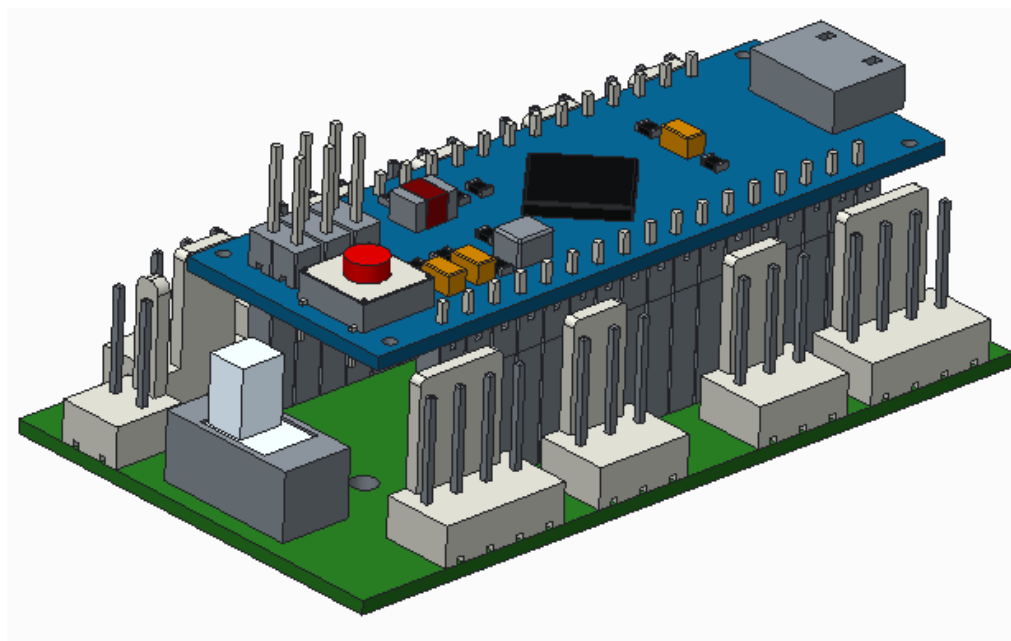
Tabulka 6.4 – Parametry Arduina

6.6 Shield

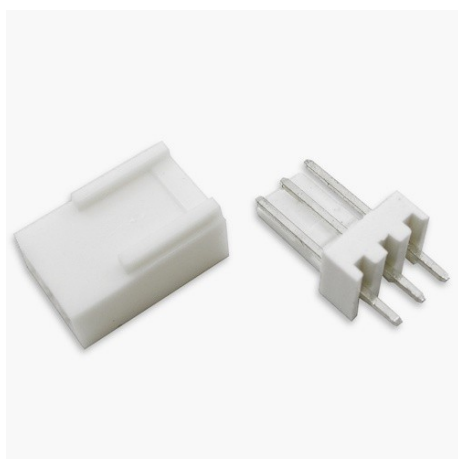
Navržený shield je tam kvůli zjednodušení zapojování elektroniky. Jsou tam dva čtyř kolíkové piny pro zapojení odrazových infrasezorů, sedm tří kolíkových pinů pro zapojení tří IR senzorů a čtyř modelářských servomotorů. Dále je tam jeden dvoukolíkový pin pro připojení zdroje napětí, což jsou baterie. A ještě jsou zde piny pro připojení Arduina. Výhodou je, že se Arduino nemusí přišroubovat, jen se zapojí a drží. Na desce je taky zabudovaný vypínač, pro rychle vypnutí.



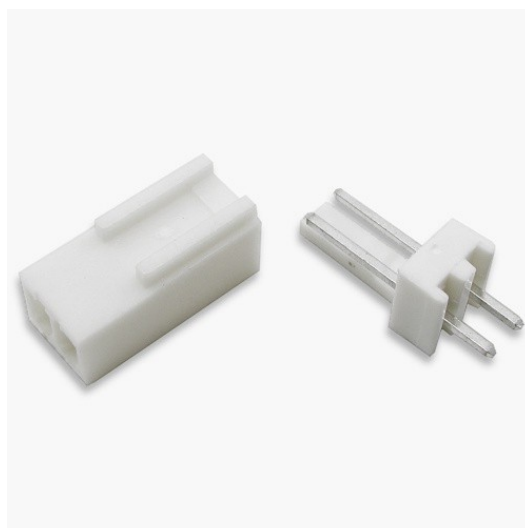
Obr. 6.13 – Shield



Obr. 6.13 – Zapojení shieldu a Arduina



Obr. 6.14 – Pin se třemi kolíky



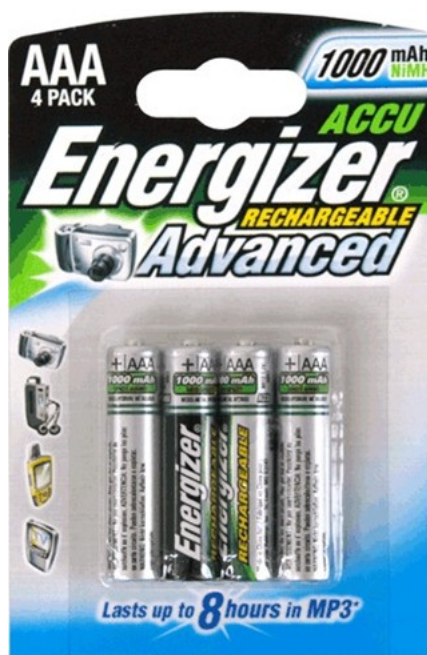
Obr. 6.15 – Pin se dvěma kolíky



Obr. 6.16 – Pin se čtyřmi kolíky

6.7 Baterie

Jako zdroj napájení, jsou použity nabíjecí microtužkové baterie s označením AAA značky ENERGIZER. Jejich kapacita je 1000 mAh a napětí 1,2 V. Celkový počet v sumu je 6 kusů, to nám dohromady dá 7,2 V, což stačí pro ovládání robota. Lepší volba by bylo použít baterie z RC modelů, ale kvůli jejich rozměrům jsou nevhodné.



Obr. 6.17 – Baterie

Baterie jsou porovnány vedle sebe, ale jsou zapojeny sériově. Je to tak uděláno kvůli prostorovému využití a také kvůli rozložení váhy na větší plochu. Baterie jsou umístěny na servomotorech.



Obr. 6.18 – Uspořádání baterií

6.8 Odhadovaná cena

	Počet kusů	Cena [Kč]
Baterie	6 ks	300
Arduino micro	1 ks	696
Modelářské servomotory	4 ks	340
IR senzor GP2Y0A21	3 ks	1119
Odrazový infrasenzor QRD1114	4 ks	96
Odhadovaná cena použitých konektorů		100
Šrouby	30 ks	300
Maximální odhadovaná cena konstrukce		1000
Celkem		3951

Tabulka 6.5 – Cena

Celková cena se pohybuje kolem 4000 korun. Tato cena se může ale lišit. Je jen odhadovaná.

6.9 Odhadovaná váha

	Počet kusů	Váha [g]
Baterie	6 ks	96
Arduino micro	1 ks	6,5
Modelářské servomotory	4 ks	36
IR senzor GP2Y0A21	3 ks	10,5
Kryt	1 ks	44
Kolo	4 ks	48
Šrouby	30 ks	9
Základní deska	1 ks	13
Základní deska 2	1 ks	15
Kryt na baterie	1 ks	20
Deska na odrazové IR	2 ks	3
Shield	1 ks	35
Celkem		336

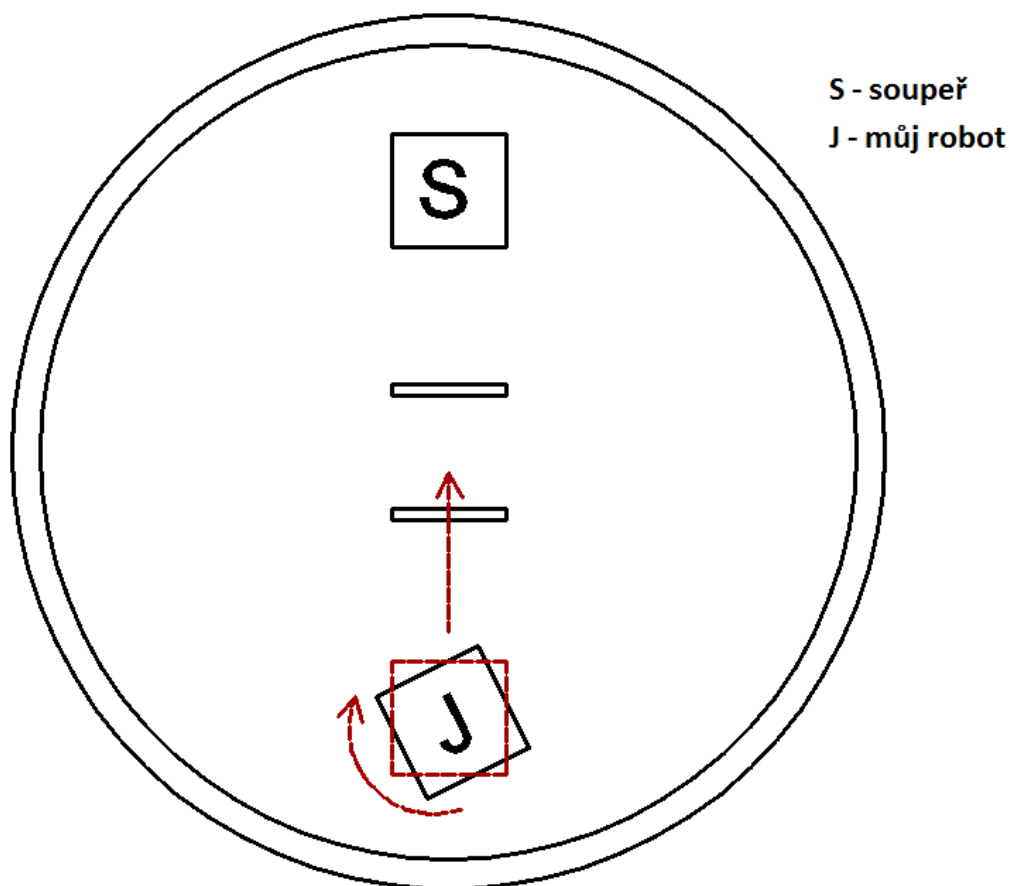
Tabulka 6.6 – Hmotnost

Celková váha Minisuma je zhruba 336 gramů. Hmotnostní limit je splněn a sumo se může dovážet olovenými závažími tak, aby mělo hmotnost těsně pod 500 gramů.

7 Strategie boje

Strategie 1

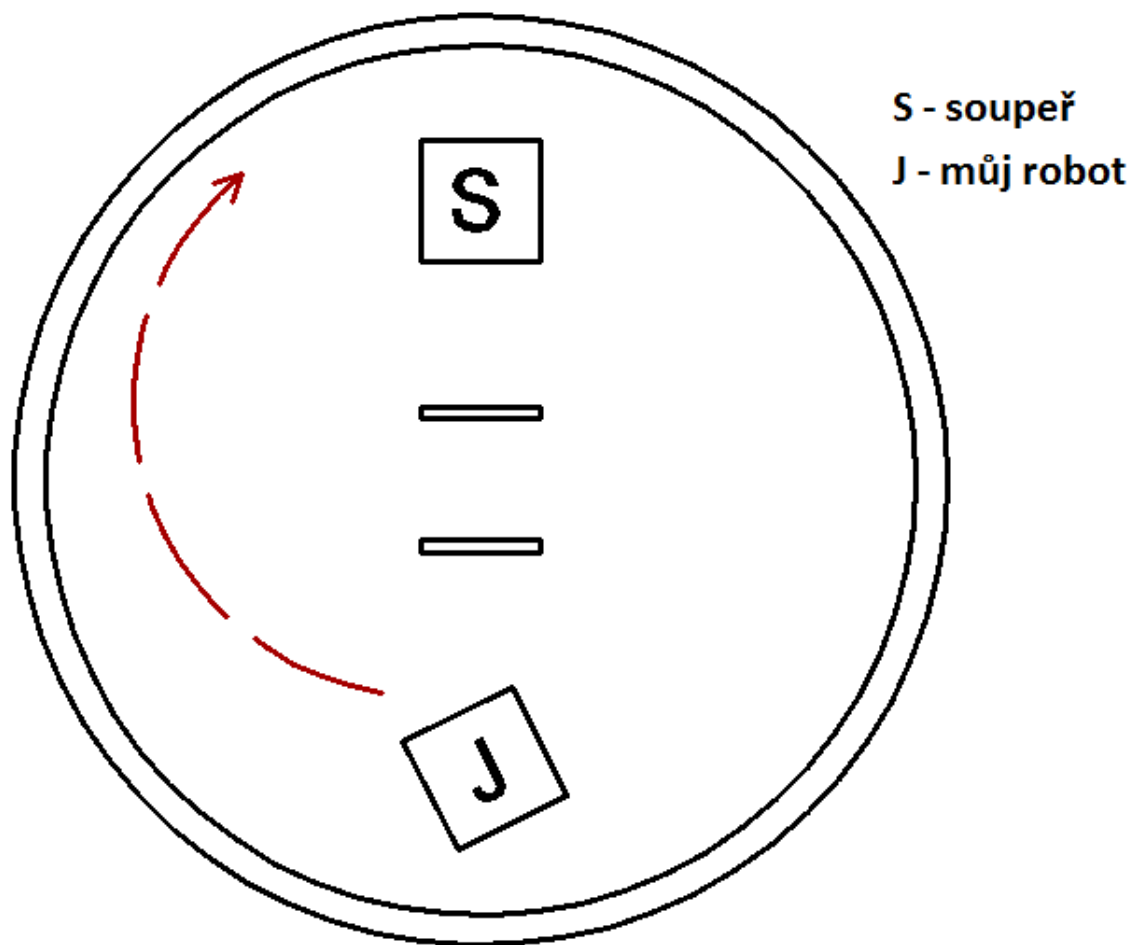
Při položení robota do arény ho nasměruji tak, aby jeden z předních senzorů mířil přímo na soupeře. Po odstartování souboje nejprve zaměří senzorem protivníka. Následně se k němu natočí čelně a vyjede přímo proti němu. Pokud zhruba po 20 sekundách bude robot stále ve stejné blízkosti, což se stává poměrně často, protože roboti mají naprogramované, aby tlačily stále dopředu, tak couvne, opět zaměří soupeře a znovu se rozjede proti protivníkovi. Při najetí na krajní polohu arény zadní stranou, popojede robot dopředu, a když přední stranou, tak couvne a otočí se. Pokud by se soupeř dostal ze zadní strany Minisuma, tak robot kousek popojede směrem dopředu a rychle se otočí. Po té opět zaměří a útočí. Tak to pokračuje až do konce.



Obr. 7.1 – Pozice při startu

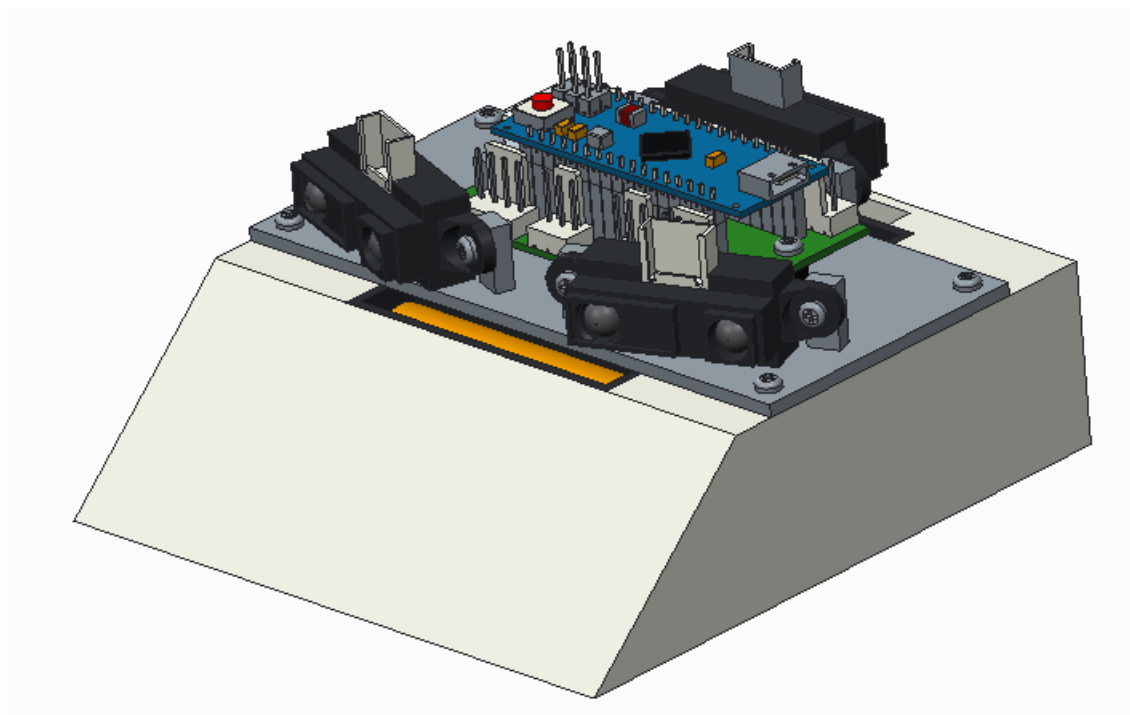
Strategie 2

Start je stejný jako u strategie 1. Položíme robota do arény tak, aby jeden senzor mířil na soupeře. Po odstartování zaměří protivníka, tentokrát nevyjede přímo k němu. Počká, až se trochu přiblíží a pak se snaží kroužit kolem arény a držet si soupeře od těla. Ke kroužení využije levých odrazových infrasenzorů. Zhruba po 20 sekundách se natočí k němu a zaútočí. Pak se opět opakuje to ze strategie 1, že pokud se robot zasekne tak couvne.

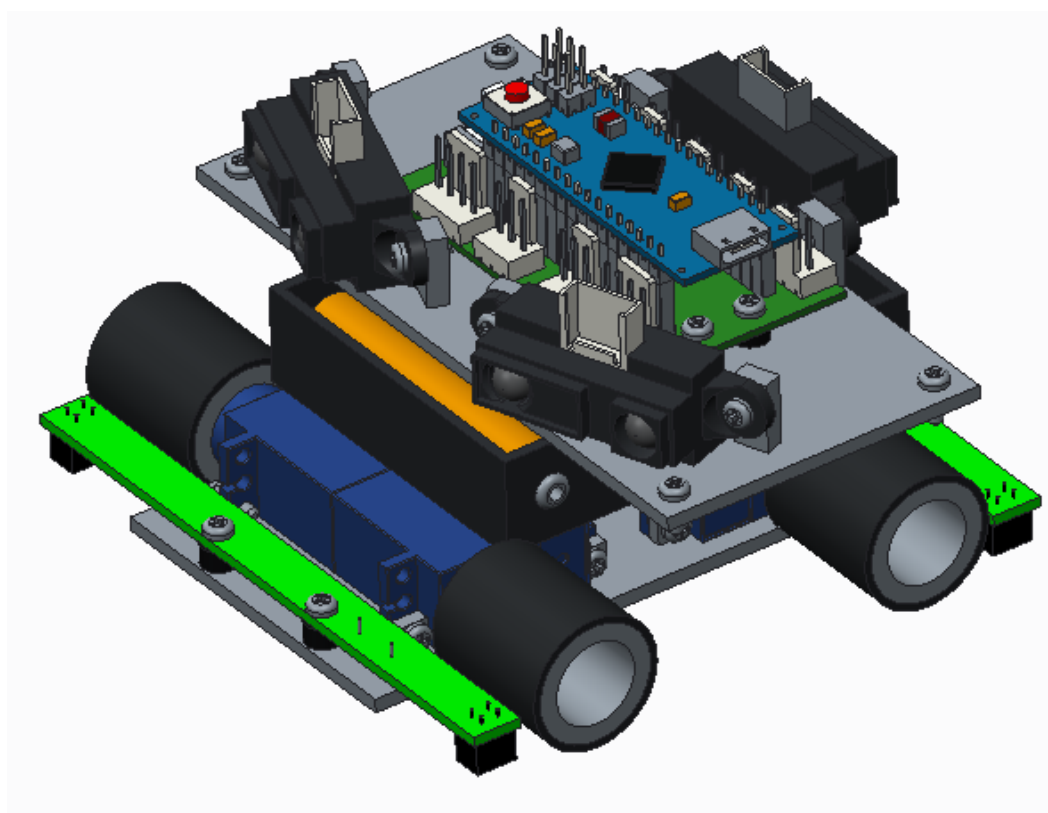


Obr. 7.2 – Pozice při startu

8 Vzhled Minisuma



Obr. 8.1 – Robot zepředu



Obr. 8.2 – Robot bez krytu

9 Závěrečné zhodnocení dosažených výsledků

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem robotu Minisumo dle pravidel soutěže. Vychází z analýzy současných robotů, které již soutěžily, částečně z pravidel, ale hlavně rozměrových a hmotnostních limitů. Tyto limity nesměli být překročeny, jinak robot nemohl soutěžit. Na základě všech těchto kritérií byl sestaven požadavkový list.

Největší problém byl s volbou pohonu. Nemohl jsem najít pohon, který by měl rozumné rozměry, ale také byl za rozumnou cenu. V první variantě je použit obyčejný elektromotorek s plastovou převodovkou. Ovšem jeho tvar do písmene L nebyl rozměrově příliš vhodný, ale pro pásové použití stačil, proto hledání pokračovalo dál, až jsem našel mikroservo HXT900. To bylo optimální jak váhově, cenově tak i rozměrově. Další zádrhel byl s volbou baterií. Byly potřeba co nejmenší baterie, ale aby měly velkou kapacitu, čili výdrž. Deska Arduino potřebovala napětí 7 – 12 V, což komplikovalo situaci, protože muselo být použito minimálně 6 nabíjecích baterií typu AA nebo AAA. Byly zvoleny baterie typu AA, které mají menší rozměry a váhu, ale bohužel i menší kapacitu. Výdrž suma by se pak určila na základě experimentů.

Nebyly potřeba žádné kontrolní výpočty, protože tam nepůsobí žádné velké síly, které by to mohly nějakým způsobem poškodit. Celková váha vyšla pod požadovaný limit, zhruba kolem 300 gramů. To je velký plus, protože po získání nějakých zkušeností z robotických zápasů, se může udělat nějaké vylepšení, které pomůže v souboji.

10 Seznam použitých zdrojů

Internetové zdroje

[1] ROBOZOR. *Pravidla robotického sumo* [online]. 2004 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.robozor.cz/2004/12/pravidla-robotickeho-sumo-minisumo/>

[2] Arduino. *Arduino Micro* [online]. 2012 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMicro>

Seznam zdrojů použitých obrázků

Obr. 2.1 - <http://www.kcpwindowonjapan.com/wp-content/uploads/2011/08/sumo3.jpg>

Obr. 2.2 <http://robozor.cz/wp-content/uploads/2010/05/rozmisteni.jpg>

Obr. 2.3 http://robozor.cz/wp-content/uploads/2010/05/ring_rozmaryl.jpg

Obr. 2.4 <http://www.robotroom.com/IRBHAND.jpg>

Obr. 2.5 <http://robozor.cz/wp-content/uploads/2010/05/deleni1.jpg>

Obr. 2.6 <http://robozor.cz/wp-content/uploads/2010/05/spindira.jpg>

Obr. 2.7 http://www.svarbazar.cz/phprs/image/200707021544_plosnak.jpg

Obr. 2.8 <http://shop.snailinstruments.com/images/large/arduinomicro.jpg>

Obr. 2.9
http://image.flamingoeda.com/albums/userpics/arduino_mega_sensor_shield_2.jpg

Obr. 2.10 <http://shop.snailinstruments.com/images/large/400str.jpg>

- Obr. 2.11 <http://shop.snailinstruments.com/images/large/qrd1114.jpg>
- Obr. 2.12 <http://shop.snailinstruments.com/images/large/irled20.jpg>
- Obr. 2.13 <http://shop.snailinstruments.com/images/large/sfh5110.jpg>
- Obr. 2.14 <http://shop.snailinstruments.com/images/large/hs-81.jpg>
- Obr. 2.15 http://shop.snailinstruments.com/images/large/picaxe20m2_.jpg
- Obr. 6.5 http://www.rc-trebic.jb-technik.cz/sites/default/files/1/vetsi_P1030031-2.jpg
- Obr. 6.6 <http://files.serva.cz/200000095-c6885c781e-public/crserve09.jpg>
- Obr. 6.7 <https://content.solarbotics.com/products/photos/7f654958712313246f3e29a35278d71c/lrg/25500-dscn3970.JPG>
- Obr 6.9 <http://b.pololu-files.com/picture/0J149.600.jpg?f04c8946da1462437279d421e27333e5>
- Obr 6.10 <http://a.pololu-files.com/picture/0J1465.600.jpg?2d8eb36a145970814d16b01ccca2b818>
- Obr 6.14 http://www.watercoolinguk.co.uk/images/product_images/large/3pin-pack-clear.jpg
- Obr 6.15 http://www.watercoolinguk.co.uk/images/product_images/large/2pin-pack-white.jpg
- Obr 6.16 http://www.watercoolinguk.co.uk/images/product_images/large/4pin-pwmpack-clear.jpg

Obr 6.17 <http://im9.cz/iR/importprodukt-orig/00c/00c9d4d9b16ec800fb60a6865067bd1a.jpg>

11 Seznam příloh

Výkresová dokumentace

SB3_ROO01_S01 – sestava

SB3_ROO01_V01 – výkres základního dílu

Přiložené CD

- Model robotu Minisumo (Creo)
- Bakalářská práce (formát PDF)
- Technické Výkresy (formát PDF)